



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 19 428 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
G 02 B 6/36

⑲ Aktenzeichen: 199 19 428.9
⑳ Anmeldetag: 28. 4. 1999
㉑ Offenlegungstag: 23. 11. 2000

⑦① Anmelder:
Tyco Electronics Logistics AG, Steinach, CH

⑦④ Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

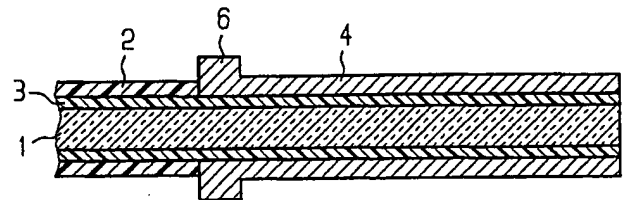
⑦② Erfinder:
Krah, Thorsten, 67122 Altrip, DE; Bauer, Jürgen,
68159 Mannheim, DE; Schröder, Stefan, 64653
Lorsch, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Ferrule für einen Lichtwellenleiter und Verfahren zum Befestigen einer Ferrule an einem Lichtwellenleiter

⑤⑦ Eine erfindungsgemäße Ferrule 4 für einen Lichtwellenleiter 1 zeichnet sich dadurch aus, daß die Ferrule 4 aus Kunststoff hergestellt ist und daß die Ferrule 4 beispielsweise transparenter als der Mantel 2, 3 des Lichtwellenleiters 1 ausgebildet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Befestigen einer Ferrule 4 an einem Lichtwellenleiter 1 umfaßt die folgenden Schritte: Bereichsweises Abisolieren eines Außenmantels 2 eines Endes des Lichtwellenleiters 1 und Freilegen eines Innenmantels 3 des Lichtwellenleiters 1; Aufschieben der Ferrule 4 auf den abisolierten Bereich des Lichtwellenleiters 1; und zumindest bereichsweises Verschweißen der Ferrule 4 an der Berührungsfläche zum Innenmantel 3 des Lichtwellenleiters 1. Infolge der Transparenz dieser Ferrule 4 kann im sogenannten Durchstrahlverfahren das Laserlicht die Ferrule 4 nahezu vollständig durchdringen und im äußersten Bereich des Mantels 2, 3 des Lichtwellenleiters 1 seine Wirkung entfalten.



DE 199 19 428 A 1

DE 199 19 428 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ferrule für einen Lichtwellenleiter und ein Verfahren zum Befestigen einer Ferrule an einem Lichtwellenleiter.

Bei der Kopplung von elektrooptischen Sendern, wie zum Beispiel LED's und Laserdioden und elektrooptischen Empfängern, wie zum Beispiel Photodioden und Phototransistoren mittels einer lichtleitenden Faser, oder bei der optischen Verbindung von zwei getrennten Lichtwellenleitern (z. B. aus Kunststoff) miteinander, ergibt sich das Problem, daß die Stirnflächen der lichtleitenden Fasern zu den korrespondierenden Sende- oder Empfangsflächen sehr genau in Position gebracht und gehalten werden müssen. Dabei müssen die optischen Achsen präzise zur Deckung gebracht werden und sehr nahe aneinander anschließen, d. h. sie müssen sowohl in radialer als auch in axialer Richtung exakt positioniert werden.

Um eine einwandfreie Ankopplung eines Lichtwellenleiters zu einem Sender oder zu einem Empfänger oder eine einwandfreie Kopplung Faser/Faser zu gewährleisten, wird bei den bekannten optischen Steckverbindungen das Ende des Lichtwellenleiters mit einem Röhrchen, einer sogenannten Ferrule (auch Insert genannt) konfektioniert.

Die Befestigung der Ferrule auf bzw. an dem Lichtwellenleiter muß zugfest erfolgen, ohne dabei den Lichtwellenleiter zu beschädigen oder gar seine optischen Eigenschaften zu beeinflussen.

Bekannte Befestigungen an einem Lichtwellenleiter stellen zu diesem eine Verbindung her, indem beispielsweise eine Crimpverbindung an den Lichtwellenleiter angebracht wird. Hierbei besteht jedoch die Gefahr, daß der Lichtwellenleiter beschädigt wird oder die optischen Eigenschaften negativ beeinflußt werden.

Demgegenüber ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ferrule für einen Lichtwellenleiter bzw. ein Verfahren zum Befestigen einer Ferrule an einem Lichtwellenleiter zu schaffen, wobei eine sichere Befestigung der Ferrule an dem Lichtwellenleiter, auch bei einer Verwendung in einem Kraftfahrzeug, für hohe Ausziehkkräfte gegeben ist. Zudem sollte eine optische Dämpfung möglichst nicht auftreten und die Fertigung mittels des Verfahrens kurze Taktzeiten erlauben und geringe Kosten verursachen.

Diese Aufgabe wird durch eine Ferrule für einen Lichtwellenleiter gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst bzw. durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 9 gelöst.

Demnach zeichnet sich eine erfindungsgemäße Ferrule für einen Lichtwellenleiter dadurch aus, daß die Ferrule aus Kunststoff hergestellt ist, wobei die Ferrule an einem Mantel des Lichtwellenleiters verschweißt wird.

Darüber hinaus umfaßt das erfindungsgemäße Verfahren zum Befestigen einer Ferrule an einem Lichtwellenleiter die folgenden Schritte:

- Axial bereichsweises Abisolieren eines Mantels eines Endes des zylindrischen Lichtwellenleiters und Entfernen eines radialen Teils des Mantels des Lichtwellenleiters;
- Aufschieben der Ferrule auf den abisolierten Bereich des Lichtwellenleiters; und
- Zumindest bereichsweises Verschweißen der Ferrule an dem verbliebenen Mantel des Lichtwellenleiters.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Ferrule und des Verfahrens sind jeweils in den Unteransprüchen angeführt.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise die Ferrule, die aus einem Kunststoff besteht, der transparenter als der Mantel des Lichtwellenleiters ist,

der ebenfalls aus einem Kunststoff besteht, mittels einer Laserverschweißung an der Berührungsfläche zwischen Ferrule und Lichtwellenleiter-Mantel, am Lichtwellenleiter befestigt. Infolge der Transparenz dieser Ferrule kann im sogenannten Durchstrahlverfahren das Laserlicht die Ferrule nahezu vollständig durchdringen und im äußersten Bereich (radial gesehen) des Mantels des Lichtwellenleiters seine Wirkung entfalten.

Darüber hinaus kann die Ferrule auch im Durchschmelzverfahren an dem Lichtwellenleiter befestigt werden, wobei dann die Ferrule keine Transparenz aufzuweisen braucht, und beispielsweise ein CO₂-Laser eingesetzt wird, mit dem die Ferrule bis auf den Mantel des Lichtwellenleiters durchschmolzen bzw. aufgeschmolzen wird.

Die wesentlichen Vorteile nach der vorliegenden Erfindung sind wie folgt:

- Hochfeste Verbindung zwischen Ferrule und Lichtwellenleiter;
- Die Ferrule kann kostengünstig in Spritzgußtechnik gefertigt werden;
- Wirtschaftliche Kabelkonfektionierung und Fertigung der Ferrule;
- Hoher Automatisierungsgrad bei der Montage möglich;
- Montage der Ferrule an dem Lichtwellenleiter kann mit der Bearbeitung der Stirnfläche des Lichtwellenleiters kombiniert werden; und
- Keine Beeinträchtigung der optischen Eigenschaften des Lichtwellenleiters.

Eine erfindungsgemäße Ferrule für einen Lichtwellenleiter und das erfindungsgemäße Verfahren zum Befestigen einer Ferrule an einem Lichtwellenleiter sind in den Zeichnungen dargestellt.

Diese zeigen in:

Fig. 1 eine Querschnittansicht eines Lichtwellenleiters mit einer aufgesetzten Ferrule im Längsschnitt;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Ferrule und eines Teils des Lichtwellenleiters nach der Fig. 1;

Fig. 3 eine Querschnittansicht des Lichtwellenleiters und der aufgesetzten Ferrule im Radialschnitt;

Fig. 4 eine Querschnittansicht ähnlich der Fig. 1, wobei jedoch eine Stirnfläche des Lichtwellenleiters bündig auf die Länge der Ferrule gekürzt ist; und

Fig. 5 eine weitere perspektivische Ansicht der Ferrule und des Lichtwellenleiters nach der Fig. 4.

In der Fig. 1 ist eine Ferrule 4 aus einem Kunststoffmaterial an einem Lichtwellenleiter 1 angeordnet, der ebenfalls aus einem Kunststoffmaterial gefertigt ist.

Der Lichtwellenleiter 1 weist in der dargestellten Ausführungsform einen lichtleitenden Kern sowie einen zweischaligen Mantel auf, der aus einem Außenmantel 2 und aus einem Innenmantel 3 besteht.

Dieser zweischalige bzw. zweischichtige Aufbau des Mantels des Lichtwellenleiters 1 aus Außenmantel 2 und Innenmantel 3 ist für die vorliegende Erfindung nicht zwingend erforderlich; ausschlaggebend ist, daß für die Anbringung der Ferrule 4 ein gewisser Puffer zur Verfügung steht, der bei der Befestigung der Ferrule 4 eine Beschädigung des Kerns des Lichtwellenleiters 1 verhindert.

Im Falle der in der Fig. 1 gezeigten Ferrule 4 wird also zunächst der Außenmantel 2 des Lichtwellenleiters 1 in einem Bereich abisoliert, der etwa der axialen Länge der Ferrule 4 entspricht. Der abisolierte Bereich ist vorzugsweise geringfügig länger als die Ferrule 4, so daß ein kleines Stück des Lichtwellenleiters 1 über die Ferrule 4 übersteht. In der Fig. 1 ist dieses überstehende Stück des Lichtwellenleiters 1

auf der rechten Seite der Zeichnung dargestellt.

Am linken Ende der Ferrule 4 ist ein Bund 6 ausgebildet. Dieser Bund 6 gelangt beim Aufschieben der Ferrule 4 auf den Lichtwellenleiter 1 in Anlage mit dem Außenmantel 2.

Somit ist der Kern des Lichtwellenleiters 1 bei aufgesetzter Ferrule 4 durch den Innenmantel 3 geschützt.

In der Fig. 2 ist in einer perspektivischen Darstellung die auf den Lichtwellenleiter 1 aufgebrachte Ferrule 4 dargestellt. Der Lichtwellenleiter 1 steht hierbei rechts über die Ferrule 4 über, während auf der linken Seite der Darstellung der Lichtwellenleiter abgeschnitten dargestellt ist.

Mittels eines Laserlichtstrahls wird die Ferrule 4 an dem Lichtwellenleiter 1 befestigt. In der Fig. 3 sind beispielhaft drei Bereiche 5 eingezeichnet, an denen die Schweißverbindung hergestellt ist. Je nach geforderten Festigkeiten der Verbindung zwischen Ferrule 4 und Lichtwellenleiter 1 können mehr oder weniger Bereiche 5 und auch die Erstreckung dieser Bereiche 5 variiert werden.

Der Lichtwellenleiter 1 und die Ferrule 4 werden mittels dieser Laserstrahlverschweißung dauerhaft und unlösbar miteinander verbunden. Die Verschweißung erfolgt dabei zwischen dem Innenumfang der Ferrule 4 und dem Außenumfang des Innenmantels 3.

Beim eigentlichen Verschweißen der Ferrule 4 mit dem Innenmantel 3 (Schutzmantel für den Kern des LWL) des Lichtwellenleiters 1 wird nur der Kunststoff an diesen beiden Teilen aufgeschmolzen, und es wird keine nennenswerte Beeinträchtigung an dem Lichtwellenleiter 1 bewirkt. Da die lichtleitende Faser nicht mechanisch verformt wird, wie etwa beim Crimpen, ist keine Erhöhung der optischen Dämpfung damit verbunden. Die Auszugskraft der Ferrule relativ zum Lichtwellenleiter 1 wird hauptsächlich durch die Güte des Stoffschlusses und durch den Querschnitt der Schweißnaht bestimmt.

Diese Schweißnaht kann mit einer beliebigen Anzahl von um die Ferrule 4 kreisförmig verteilten Lasern oder durch einen zentralen Laser erzeugt werden, der dann eine entsprechende Laseroptik speist.

Da die Ferrule 4 transparenter ist als der Innenmantel 3, kann im Durchstrahlverfahren geschweißt werden, d. h., daß der Laserlichtstrahl die transparente Ferrule 4 nahezu ungeschwächt durchdringt und seine Wirkung an dem Innenmantel 3 entfaltet. Dort wird er in der obersten Schicht des Innenmantels 3 absorbiert, wodurch das Material erwärmt wird, aufschmilzt und sich mit dem Material der Ferrule 4 verbindet.

Für dieses Durchstrahlverfahren muß der Laser eine Wellenlänge aufweisen, die vorzugsweise im sogenannten nahen Infrarotbereich liegt. Kunststoffe für die Ferrule 4 und den Innenmantel 3 des Lichtwellenleiters 1 sind verfügbar, die einerseits die Transparenz für die Ferrule 4 bieten und die andererseits als Innenmantel 3 das Licht gut absorbieren.

Die Innenfläche der Ferrule 4 kann eine glatte Oberfläche aufweisen oder kann auch nicht glatt ausgeführt sein, dann mit Vertiefungen, Aussparungen, Rippen, Stegen, etc., um das Verschweißen zu erleichtern. Insbesondere kleinere Materialmengen, wie zum Beispiel an einer Rippe, können mit dem Laser einfacher und schneller aufgeschmolzen werden, als eine volle glatte Fläche.

Ein schnelles Verschweißen bringt den Vorteil mit sich, daß eine Beschädigung des Kerns des Lichtwellenleiters 1 ausgeschlossen werden kann.

In den Fig. 4 und 5 ist das fertig bearbeitete Endstück des Lichtwellenleiters 1 mit Ferrule 4 dargestellt. Die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 1 ist auf die Länge der Ferrule 4 gekürzt und endbearbeitet.

Die Stirnfläche kann abgeschnitten, geschliffen oder mit dem Laser geglättet sein. Im letzteren Fall kann der gleiche

Laser wie für die Verschweißung eingesetzt werden.

Für den Fall, daß die Ferrule 4 keine Transparenz aufweist, kann es nötig sein, einen Laser im fernen Infrarotbereich zu verwenden. Dabei wird zum Schweißen kein Durchstrahlverfahren angewendet, sondern die Ferrule 4 wird von der Oberfläche her aus bis zu dem Mantel durchgeschmolzen. Im fernen Infrarotbereich funktioniert sowohl das Schneiden der Ferrule 4 als auch das Verschweißen der Ferrule 4 mit dem Mantel des Lichtwellenleiters.

Demnach zeichnet sich eine erfindungsgemäße Ferrule 4 für einen Lichtwellenleiter 1 dadurch aus, daß die Ferrule 4 aus Kunststoff hergestellt ist und daß die Ferrule 4 vorzugsweise transparenter als der Mantel 2, 3 des Lichtwellenleiters 1 ausgebildet ist. Ein erfindungsgemäßes Verfahren nach einer Ausführung zum Befestigen einer Ferrule 4 an einem Lichtwellenleiter 1 umfaßt die folgenden Schritte: Bereichsweises Abisolieren eines Außenmantels 2 eines Endes des Lichtwellenleiters 1 und Freilegen eines Innenmantels 3 des Lichtwellenleiters 1; Aufschieben der Ferrule 4 auf den abisolierten Bereich des Lichtwellenleiters 1; und zumindest bereichsweises Verschweißen der Ferrule 4 an der Berührungsfläche zum Innenmantel 3 des Lichtwellenleiters 1. Infolge der Transparenz dieser Ferrule 4 kann im sogenannten Durchstrahlverfahren das Laserlicht die Ferrule 4 nahezu vollständig durchdringen und im äußersten Bereich des Mantels 2, 3 des Lichtwellenleiters 1 seine Wirkung entfalten.

Bezüglich weiterer Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird ausdrücklich auf die zugehörigen Zeichnungen und Patentansprüche verwiesen.

Patentansprüche

1. Ferrule (4) für einen Lichtwellenleiter (1), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ferrule (4) aus Kunststoff hergestellt ist, wobei die Ferrule (4) an einem Mantel (2, 3) des Lichtwellenleiters (1) verschweißt wird.
2. Ferrule (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4) im wesentlichen eine hohlzylindrische Form aufweist, wobei der Lichtwellenleiter (1) durch den Hohlraum verläuft.
3. Ferrule (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4) im Berührungsbereich mit dem Lichtwellenleiter (1) eine nicht glatte Oberfläche aufweist.
4. Ferrule (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4) im Berührungsbereich mit dem Lichtwellenleiter (1) eine glatte Oberfläche aufweist.
5. Ferrule (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4) mittels Spritzgießen hergestellt ist.
6. Ferrule (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4) an dem Ende, welches dem Ende des Lichtwellenleiters (1) gegenüberliegt, einen Bund (6) aufweist.
7. Ferrule (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrule (4), die transparenter als der Mantel (2, 3) ausgebildet ist, mittels einer Laserverschweißung im Durchstrahlverfahren an dem Lichtwellenleiter (1) befestigt wird oder daß die Ferrule (4), die keine Transparenz aufweist, mittels eines Durchschmelzverfahrens mit einer Laserverschweißung an dem Lichtwellenleiter (1) befestigt wird.
8. Ferrule (4) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserverschweißung zumindest bereichsweise im Berührungsbereich zwischen Ferrule (4) und Lichtwellenleiter (1) erfolgt.

9. Verfahren zum Befestigen einer Ferrule (4) an einem Lichtwellenleiter (1) gekennzeichnet durch die Schritte:

- Axial bereichsweises Abisolieren eines Endes des zylindrischen Lichtwellenleiters (1), wobei radial ein Teil eines Mantels (2, 3) des Lichtwellenleiters (1) entfernt wird;
- Aufschieben der Ferrule (4) auf den abisolierten Bereich des Lichtwellenleiters (1); und
- Zumindest bereichsweises Verschweißen der Ferrule (4) an der Berührungsfläche zum verbliebenen Mantel (2, 3) des Lichtwellenleiters (1).

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch den Schritt: Herstellen der Ferrule (4) aus einem Kunststoff.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch den Schritt: Herstellen der Ferrule (4) mittels eines Spritzgußverfahrens.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch den Schritt: Herstellen des Lichtwellenleiters (4) aus einem Kunststoff.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, gekennzeichnet durch den Schritt: Herstellen des Mantels (2, 3), der aus einem Außenmantel (2) und/oder einem Innenmantel (3) besteht, aus einem Kunststoff.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, gekennzeichnet durch den Schritt: Verschweißen der Ferrule (4) mit dem Lichtwellenleiter (1) mittels eines Laserstrahles.

15. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch den Schritt: Verwenden eines Lasers mit einer Wellenlänge des Laserlichtes im nahen Infrarotbereich.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, gekennzeichnet durch den Schritt: Verschweißen mittels eines Durchstrahlverfahrens, wobei die Ferrule für das verwendete Laserlicht im wesentlichen transparent ist und der Mantel (2, 3) des Lichtwellenleiters (1) das verwendete Laserlicht im wesentlichen absorbiert.

17. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch den Schritt: Verwenden eines Lasers mit einer Wellenlänge des Laserlichtes im fernen Infrarotbereich.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 17, gekennzeichnet durch den Schritt: Verschweißen mittels eines Durchschmelzverfahrens, wobei die Ferrule (4) bis zu dem Mantel (2, 3) des Lichtwellenleiters (1) aufgeschmolzen wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 17, gekennzeichnet durch den Schritt: Verwenden eines CO₂-Lasers.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, gekennzeichnet durch den Schritt: Anordnen von mehreren, am Umfang der Ferrule (4) kreisförmig angebrachten Lasern.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, gekennzeichnet durch den Schritt: Anordnen eines Lasers und Anordnen einer Laseroptik zum Verteilen des Laserlichtes des Lasers über den Umfang der Ferrule (4).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

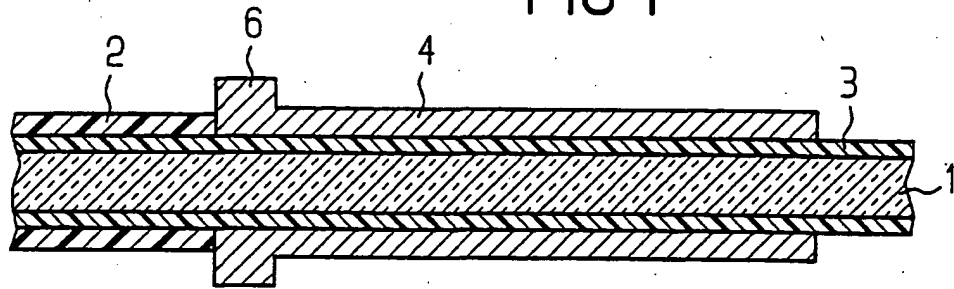


FIG 2

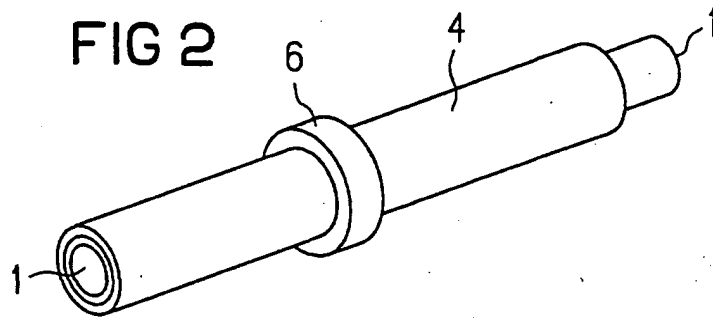


FIG 3

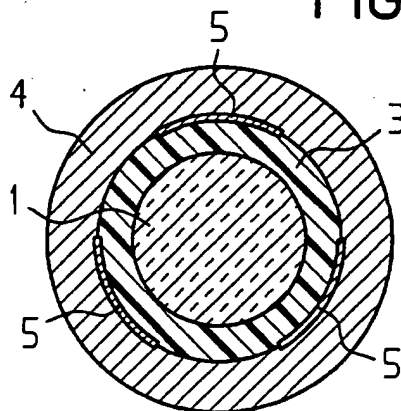


FIG 4

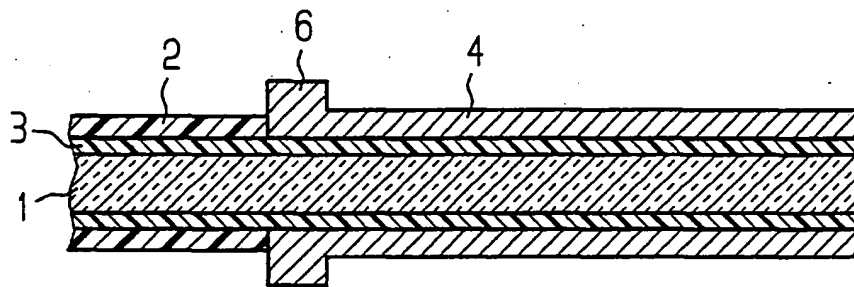


FIG 5

